

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-148850

(43)Date of publication of application : 02.07.1987

(51)Int.Cl.

G01N 29/00

B22D 11/16

(21)Application number : 60-291455

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing :

24.12.1985

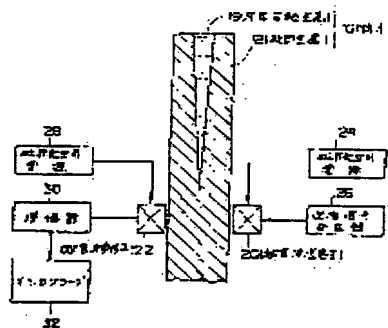
(72)Inventor : TAKADA HAJIME

(54) SOLIDIFICATION STATE DETECTING METHOD FOR BILLET

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect the solidification state of a billet by finding the ratio of the amplitude of the transmitted wave of an ultrasonic transverse wave and the amplitude of the transmitted wave of an ultrasonic longitudinal wave and deciding whether or not molten metal remains in the billet based on the amplitude ratio.

CONSTITUTION: The external wall of remaining molten metal 19 forms solidified metal 18 by being cooled; and a transmitter 20 for the electromagnetic ultrasonic wave is arranged on one side of the billet 16 and a receiver 22 for the electromagnetic ultrasonic wave is arranged on the other side. When there is no remaining molten metal 19 at the part where the ultrasonic wave is transmitted, both longitudinal and transverse waves are transmitted through the billet 16 to obtain an ultrasonic wave signal waveform on an oscilloscope 32 and when there is remaining molten metal 19 present, only the longitudinal wave is transmitted through the billet 16 because the transverse wave can not be propagated in liquid, so that the ultrasonic wave signal waveform is cut. For the purpose, the ratio A_t/A_l of the amplitude A_l of the transmitted wave of the longitudinal wave and the amplitude A_t of the transmitted wave of the transverse wave is found and when the ratio is smaller than a certain threshold value, it is decided that there is the molten metal 19 remaining in the billet 16, thereby detecting the solidification state of the billet 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-148850

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)7月2日

G 01 N 29/00
B 22 D 11/16

104

Z-6752-2G
S-8116-4E

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 鋳片の凝固状態検出方法

⑯ 特 願 昭60-291455

⑰ 出 願 昭60(1985)12月24日

⑱ 発 明 者 高 田 一 千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内
⑲ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 神戸市中央区北本町通1丁目1番28号
⑳ 代 理 人 弁理士 高 矢 論 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

鋳片の凝固状態検出方法

2. 特許請求の範囲

(1) 電磁的な方法で鋳片に透入させた横波超音波が、鋳片内部の残存溶融金属を透過しないことを利用して、鋳片の凝固状態を検出するようにした鋳片の凝固状態検出方法において、

縦波超音波及び横波超音波を、電磁的な方法で同時に鋳片に透入させ、

鋳片を透過した縦波超音波及び横波超音波を、電磁的な方法で受信し、

横波超音波の透過波の振幅と縦波超音波の透過波の振幅との比を求め、

該振幅比に基づいて、鋳片内部の残存溶融金属の存在を判定することを特徴とする鋳片の凝固状態検出方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、鋳片の凝固状態検出方法に係り、特

に、連続鋳造鋳片の凝固状態を検出する際に用いるのに好適な、電磁的な方法で鋳片に透入させた横波超音波が、鋳片内部の残存溶融金属を透過しないことを利用して、鋳片の凝固状態を検出するようにした鋳片の凝固状態検出方法の改良に関する。

〔従来の技術〕

溶融金属の連続鋳造は、一般に、第8図に示すように、タンデッシュ10から、所定の断面形状を有する鋳型12へ溶融金属14を注入し、鋳型12の下方より、これを凝固金属18と残存溶融金属19からなる鋳片16として連続的に引出すことにより行われている。

前記鋳片16は、鋳型12より引出された直後は、その内部に未凝固の残存溶融金属19の厚い層を有しているが、その後の冷却により、この残存溶融金属19は、外側より徐々に凝固して凝固金属18となり、やがては全体が凝固する。

このような溶融金属の連続鋳造に際して、連続鋳造機の所定位置で鋳片16の内部に残存溶融金

風19が存在するか否かの铸片凝固状態を常に監視することは、内部の溶融金属が凝固際を破つて外部へ漏出するブレイクアウト事故の防止や、铸片16の引抜き速度と铸片16の冷却の関係を最適にすることによつて、铸片16の品質や生産性を向上させる上で極めて重要である。

前記のような铸片16の内部に残存溶融金属19が存在するか否かを検出する方法としては、従来から横波超音波の透過性を観察する方法が知られている。この方法は、横波が液体中を伝播しないことを利用するものである、即ち、铸片において横波超音波が通過する部分は、内部が完全に凝固しており、横波超音波が透過しない部分は、その内部に残存溶融金属が存在すると判定できる。

又、この方法と、近年、超音波の共振あるいは面の粗い物体への送受信方法として、その有効性が広く知られるようになった、電磁的な超音波の送受信方法を組合せたものとして、特開昭52-130422で開示された铸片における完全凝固位置検出方法がある。

増幅器等からなる電磁的な超音波の送受信装置の一部に故障又は破損が起こった場合には、横波超音波の透過信号の強度が弱まるか、あるいは、横波超音波の透過信号が消失するといった事態が発生するが、これも、铸片の内部に残存溶融金属があるための横波超音波の透過信号の低下あるいは消失と全く区別がつかない。従つて、特開昭52-130422に開示されている方法では、横波超音波の透過信号が低下あるいは消失したからといって、铸片の内部に残存溶融金属が存在するとは断定できないという問題点を有していた。

〔発明の目的〕

本発明は、前記従来の問題点を解消するべくなされたもので、リフトオフの変動や超音波の送受信手段の故障あるいは損傷に拘わらず、安定確実に铸片の内部に残存溶融金属が存在するか否かの铸片の凝固状態を検出することができる铸片の凝固状態検出方法を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、電磁的な方法で铸片に透入させた横

この方法は、铸片に横波超音波を電磁的な方法で透入させ、この横波超音波の铸片厚さ方向での透過性から、铸片における完全凝固位置を検出するものである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、この特開昭52-130422で開示された方法には、次のような問題点があつた。即ち、電磁的な超音波の送受信方法において、铸片における超音波の励振強度（送信の場合）、あるいは超音波振動の受信効率（受信の場合）は、送信子あるいは受信子の铸片との距離（以下リフトオフと称する）に大きく依存しており、リフトオフの変動の影響が、受信子における超音波の受信強度にそのままあらわれてしまう。従つて、例えば、受信子に横波超音波の透過信号が得られない場合でも、これが、铸片の内部に残存溶融金属があるためか、あるいは、リフトオフの変動の影響であるのか判断できず、铸片の内部に残存溶融金属があるとは断定できないことになる。又、送信子、受信子、磁場発生装置、電気パルス発生器、

波超音波が、铸片内部の残存溶融金属を透過しないことを利用して、铸片の凝固状態を検出するようにした铸片の凝固状態検出方法において、縦波超音波及び横波超音波を、電磁的な方法で同時に铸片に透入させ、铸片を透過した縦波超音波及び横波超音波を、電磁的な方法で受信し、横波超音波の透過波の振幅と縦波超音波の透過波の振幅との比を求め、該振幅比に基づいて、铸片内部の残存溶融金属の存在を判定するようにして、前記目的を達成したものである。

〔作用〕

第1図は、本発明の基本構成を示したものである。

冷却によつて残存溶融金属19の外壁は凝固金属18を形成しており、铸片16の片側に電磁的な超音波の送信子20、他方の側に電磁的な超音波の受信子22を配置している。前記超音波送信子20により超音波を铸片16に透入させるため、磁界発生用電源24より超音波送信子20へ電流が供給されており、また、送信信号発生器26よ

り、超音波送信子20の送信コイル(図示省略)に電気信号が供給されている。

又、超音波受信子22により誘片16を透過した超音波信号を受信するため、磁界発生用電源28により超音波受信子20へ磁界発生用電流が供給されており、超音波受信子22で受信され、電気信号に変換された超音波信号は、増幅器30により増幅されて、例えばオシロスコープ32に表示される。

ここにおいて、第2図に示すように、超音波が透過する部分に残存溶融金属19が存在しなければ、縦波、横波共に誘片16を透過し、オシロスコープ32には、第3図に示すような超音波信号波形が得られる。一方、第4図のように、超音波が透過する部分に残存溶融金属19が存在すれば、横波は液体中を伝播できないため、縦波のみが誘片16を透過し、第5図に示すような超音波信号波形が得られる。

従つて、超音波受信子20によつて受信された超音波信号波形において、縦波の透過波の振幅A

と横波の透過波の振幅A_tの比A_t/Aをとり、この比が例えば一定の閾値を下回る場合に、誘片16の内部に残存溶融金属19が存在すると判定すれば、誘片16の凝固状態の検出が可能である。

先にも述べたように、電磁的な超音波の送受信方法においては、超音波送信子20により誘片16に透入される超音波の強度及び超音波受信子22による超音波受信効率は、各々超音波送信子20及び超音波受信子22の誘片16に対するリフトオフに大きく依存するが、以上のような本発明の方法によれば、例えば同一の送信子によつて、縦波超音波及び横波超音波を同時に誘片16に透入させ、例えば同一の超音波受信子22によつて縦波超音波及び横波超音波を受信するため、受信信号における縦波、横波の振幅には、リフトオフの変動の効果が同じだけ現われる。従つて、リフトオフの変動の効果は、縦波の透過波の振幅Aと横波の透過波の振幅A_tとの比A_t/Aには全く現われない。又、誘片16中の残存溶融金属

19の有無に拘わらず、縦波の透過性はほぼ一定であることから、振幅比A_t/Aによつて、誘片16における横波の透過性を正しく評価できる。更に、縦波の透過波の振幅が一定の閾値を下回る場合には、リフトオフ過大あるいは機器の故障という判定を即座に下すことができる。

以上述べたように、本発明によれば、特開昭52-130422の有する問題点は、一挙に解決される。

〔実施例〕

以下、図面を参照して、本発明に係る誘片の凝固状態検出方法が採用された連続誘造誘片の凝固状態検出装置の実施例を詳細に説明する。

本実施例は、第6図に示す如く構成されており、第1図と同様に、電磁的な超音波送信子20を誘片16の片側に、電磁的な超音波受信子22を、誘片16の他方の側に配置している。

前記超音波送信子20及び超音波受信子22は、いずれも、1つの送信子又は受信子によつて、縦波と横波を同時に送信又は受信可能なものであり、

第7図に詳細に示す如く構成されている。図において、102及び112は、磁界発生用コイルであり、それぞれ前出第1図と同様の磁界発生用電源24、28に接続されている。又、103及び113は、磁界発生用の鉄心である。更に、105は送信用コイルで、送信信号発生器26に接続されている。ここで、例えば磁界発生用電源24より磁界発生用コイル102に直流電流を通电せしめると、破線Aで表わされるような磁界が発生する。同時に送信用コイル105に送信信号発生器26との組合せによつて、例えばRLC共振の減衰振動によつて発生させたパルス電流を流すと、誘導電流Bが、凝固金属18の表面に図のように発生し、この誘導電流Bと磁界Aの相互作用により、フレミングの法則に従つて、凝固金属18の表面にローレンツ力が発生する。この時、送信用コイル105のうち、aで示される部分からは、凝固金属18の表面に誘導電流Bのうち、aで示される誘導電流が誘導されるが、この誘導電流B aと磁界Aの相互作用によつて、凝固金属表面に

は、矢印Caに示されるローレンツ力が発生する。このローレンツ力は、矢印Dの方向に進行する縦波を発生させる。又、送信用コイル105のうち、bで示される部分からは、凝固金属18の表面に、誘導電流Bのうち、bで示される誘導電流が誘導されるが、この誘導電流Bbと磁界Aの相互作用によつて、凝固金属18の表面には、矢印Cbで示されるローレンツ力が発生する。このローレンツ力は、同じく矢印Dの方向へ進行する横波を発生させる。このようにして、一つの超音波送信子20により、同時に縦波及び横波を電磁的に誘片16に透入させることができる。

さて、矢印Dの方向に伝播して誘片16の反対側の表面に達した縦波及び横波は、それぞれ矢印Ea、Ebで示される運動力を持つており、これと超音波受信子22による磁界（破線）Fとの相互作用によつて、誘導電流Ga、Gbが生じ、機械的な振動が電気信号に変換されて、受信コイル115により検出される。このようにして、一つの超音波受信子22により、縦波及び横波を電磁

的に受信することができる。

前記超音波受信子22によつて受信され、電気信号に変換された超音波信号は、第1図と同様の増幅器30に入力される。増幅器30は、入力された超音波信号を増幅した後、二つのチャンネルから、これをゲート回路34A、34Bへ出力する。ゲート回路34A、34Bに出力される電気信号は全く同等である。

ゲート回路34Aは、入力された信号から縦波による信号を抽出し、ピーク値検出回路36Aへ出力する。ピーク値検出回路36Aは、入力された縦波による信号の振幅Alを検出して、これを演算処理器38へ出力する。又、他方のゲート回路34Bは、入力された信号から横波による信号を取出して、ピーク値検出回路36Bへ出力する。ピーク値検出回路36Bは、入力された横波による信号の振幅Atを検出して、これを前記演算処理器38へ出力する。

演算処理器38は、入力された振幅Al、Atの値から、横波の超音波の振幅と縦波の超音波の

振幅の比(At/Al)を計算し、この値と閾値とを比較して、誘片16の中の残存溶融金属19の有無を判定する他、縦波の超音波の振幅Alが一定のレベルよりも低い場合には、ブザー等の警報器40へ警報信号を出力する。

なお、前記実施例においては、電磁的に超音波を送信し、受信するための磁界として、直流電流による磁界を用いていたが、永久磁石による磁界又はコイルにパルス状の大電流を流して誘起されるパルス状磁界であつてもよい。

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明によれば、リフトオフの変動や超音波送受信手段の故障あるいは損傷に拘わらず、誘片の内部に残存溶融金属が存在するか否かを、安定かつ確実に検出することができる。従つて、金属の連続铸造におけるブレイクアウト事故の防止や、誘片の引抜き速度と冷加条件を最適とするための制御において、極めて有効に利用できるという優れた効果を有する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る誘片の凝固状態検出方法を実施するための装置の基本的な構成を示す断面図、第2図は、本発明の原理を説明するための、誘片内の残存溶融金属と電磁的な超音波の送受信手段との相対的な位置関係の例を示す断面図、第3図は、第2図の状態における超音波の受信信号波形の例を示す線図、第4図は、誘片内の残存溶融金属と超音波送受信手段との相対的な位置関係の他の例を示す断面図、第5図は、第4図の状態における超音波の受信信号波形の例を示す線図、第6図は、本発明が採用された連続铸造誘片の凝固状態検出装置の実施例の構成を示す、一部ブロック線図を含む断面図、第7図は、前記実施例で用いられている超音波送信子及び受信子の構成及び作用を示す断面図、第8図は、金属誘片の連続铸造機の構成の例を示す断面図である。

16 …… 誘片、

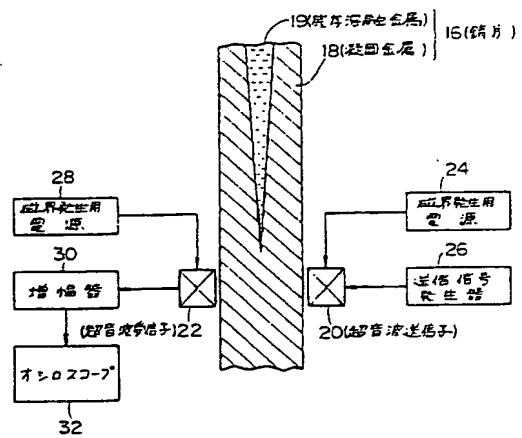
18 …… 凝固金属、

19 …… 残存溶融金属、

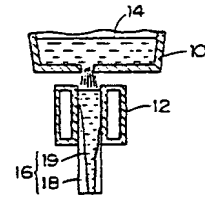
- 20 …… 超音波送信子、
 22 …… 超音波受信子、
 A₁ …… 横波超音波の透過波の振幅、
 A₂ …… 縦波超音波の透過波の振幅。

代理人 高 矢 諭
 松 山 圭 佑

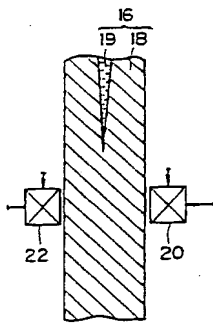
第 1 図



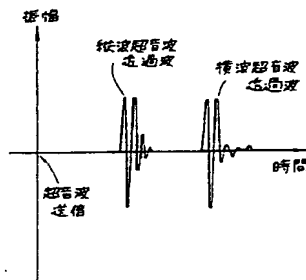
第 8 図



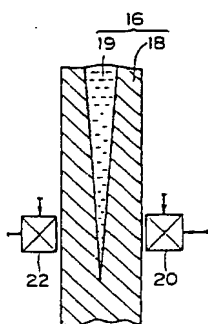
第 2 図



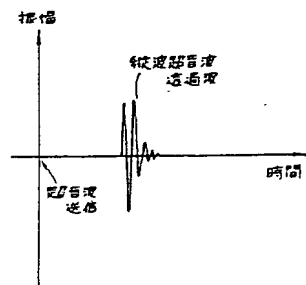
第 3 図



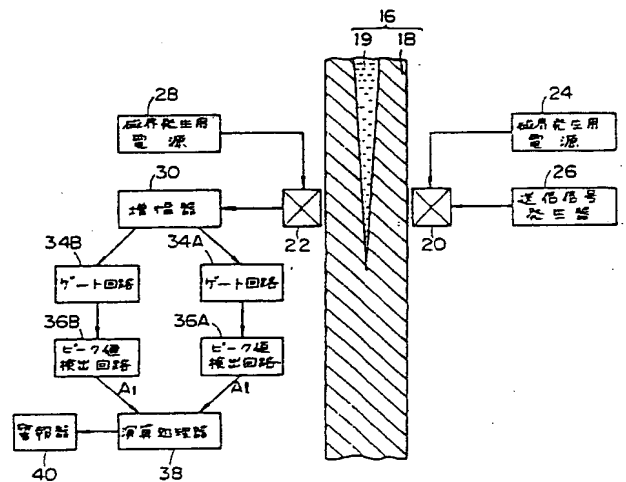
第 4 図



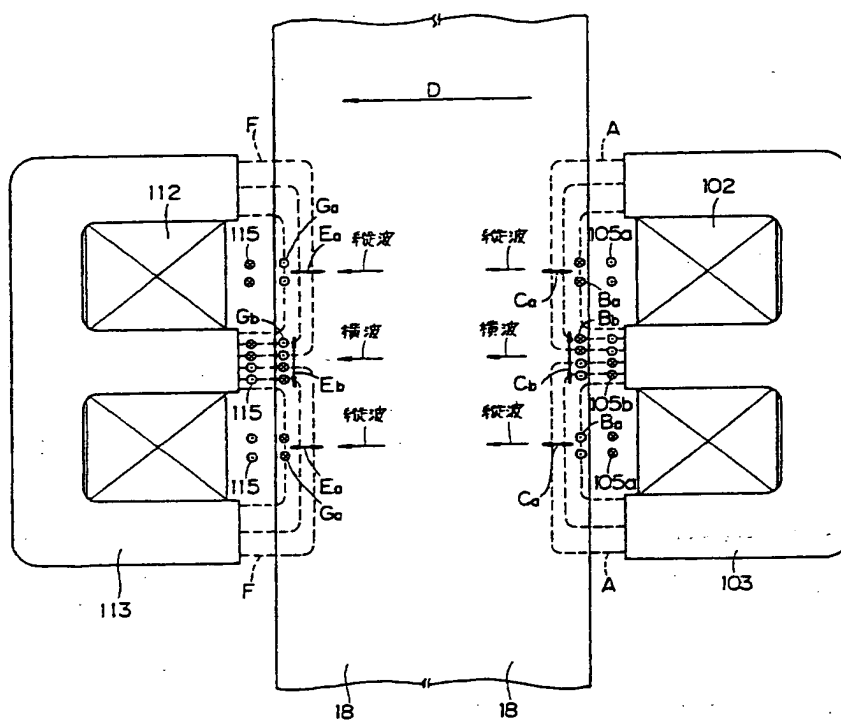
第 5 図



第 6 図



第 7 図



BEST AVAILABLE COPY